

## Waterkwaliteit van de Zeebrugse achterhaven en het Boudewijnkanaal op basis van metingen uit 1996, 1997 en 1998

Hans De Blauwe

### Inleiding

Het besproken gebied omvat enerzijds de haven van Brugge en het Boudewijnkanaal (lengte 16 km, diepte 7 m) en anderzijds de achterhaven van Zeebrugge met het Verbindingsdok, het Noordelijk en het Zuidelijk insteeddok (diepte 16 m) (zie fig. 1). Het geheel dient beschouwd te worden als een unieke stilstaande brakke waterpartij aangezien het hydrografisch geïsoleerd is. De lozingen door het waterzuiveringsstation en de influx van zeewater zijn bepalend voor het karakter van het gebied.

Door lozingen van het waterzuiveringsstation komen grote hoeveelheden vervuild zoetwater in het Boudewijnkanaal terecht. Deze vervuiling betreft zowel zwevende als opgeloste stoffen. Vroeger loosde ook de verbrandingsoven haar warm koelwater (thermische pollutie) met daarin een aanzienlijke hoeveelheid zware metalen, rechtstreeks in het kanaal. Nu er een nieuwe rookwassing is en het koelwater via het waterzuiveringsstation naar het kanaal stroomt, is de lozing van zware metalen enorm afgenomen. De invloed van zeewater grijpt plaats op twee manieren. Vooreerst is er een uitwisseling via de nieuwe zeesluis (P.Vandammesluis). De oude zeesluis (Visart-zeesluis) wordt voorlopig niet meer gebruikt. Verder wordt het water in de achterhaven op een constant peil gehouden om een zekere diepgang aan de scheepvaart te garanderen. Dit gebeurt door via een sifon zeewater uit de voorhaven ter hoogte van de nieuwe zeesluis te laten instromen.

Andere invloeden zoals kleine hoeveelheden sterk vervuild zoetwater kunnen uit de Oostendse vaart het Boudewijnkanaal binnendringen bij het versassen van schepen. Er gebeuren ook onregelmatige lozingen via het Isabellavaartje te Zeebrugge en via overstorten van de riolering ter hoogte van het Nijverheidsdok en de Pathoekeweg. Talrijke bedrijven langs de dokken laten regenwater (en mogelijk illegale lozingen) naar het Boudewijnkanaal afvloeien. De Scheepssloperijen te Brugge en het brandstoffenbedrijf aan de Herdersbrug laten accidenteel wel eens koolwaterstoffen lekken. Overmatige bemesting met varkensgier op de terreinen van de achterhaven kan samen met afvloeiend regenwater voor een extra belasting met nutriënten en ammonia

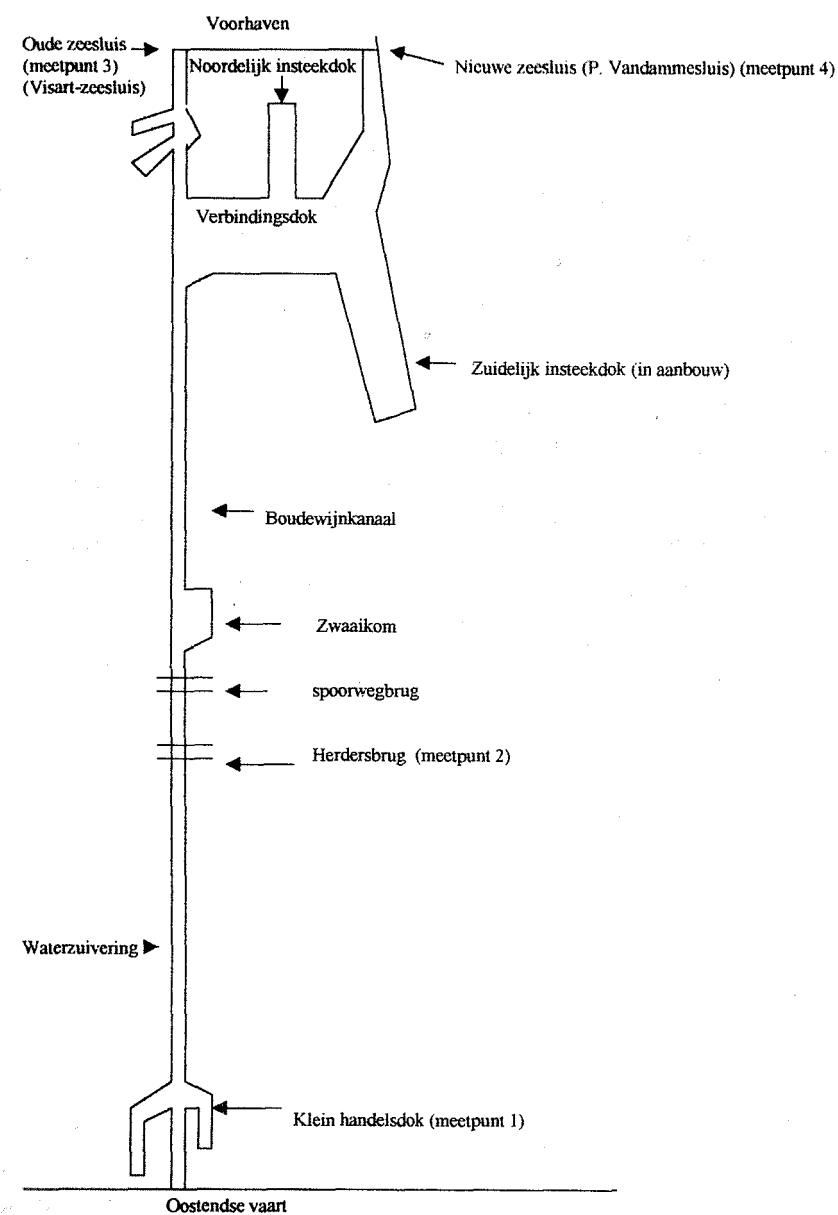
zorgen. Gezien de vaak grote concentraties van watervogels (wintermaanden) in de achterhaven zullen hun uitwerpselen eventueel ook een invloed hebben op de waterkwaliteit van het gebied. Bij wateroverlast op de Brugse ringvaart werd het Boudewijnkanaal nog nooit gebruikt om overtollig water weg te werken. Dit zou ernstige gevolgen voor de flora en fauna kunnen hebben.

Zeedieren kunnen het gebied binnenkomen via het zeewater door drift of zwemmen, op de romp van schepen of geloosd met ballastwater. Op deze laatste wijze kunnen dieren uit verre streken (b.v. Noord- of Zuid-Amerika,...) aangevoerd worden. Langs de sluis met de Oostendse vaart kunnen ook zoetwaterorganismen binnenkomen. Overleven en vestiging zal in grote mate afhangen van de tolerantie voor wisselende zoutgehaltes, temperatuur en vervuiling.

Reeds van 1982 worden haast maandelijks waterstalen genomen op vaste meetpunten in de achterhaven. Staalneming en ontleding gebeuren door het stadslabo van de milieudienst van Brugge. Op deze wijze wordt de evolutie van de waterkwaliteit nagegaan en getoetst aan de normen van VLAREM inzake waterkwaliteit voor viswaters. Zo kan de Stad Brugge zien wat het resultaat is van haar maatregelen en bepalen wat er nog dient te gebeuren.

Hierna wordt een samenvatting gegeven van de verschillende parameters inzake waterkwaliteit met een korte bespreking, gebaseerd op de gegevens van 1996, 1997 en 1998 (Van Acker, 1996).

Fig. 1 : Plan van de Zeebrugse achterhaven, het Boudewijnkanaal en de haven van Brugge.



### Temperatuur

De temperatuur is de belangrijkste limiterende factor voor het voorkomen van (marine) organismen in een biotoop (Hayward & Ryland, 1996). Ook hier is dit het geval, want de temperatuur van onze kustwateren is limiterend voor wat via de zeesluis de achterhaven kan bevolken en de temperatuur van het water in de Achterhaven is limiterend voor de vestiging van organismen die er op welke wijze ook in geraken.

De temperatuur werd gemeten in °C met een sonde op ongeveer 10 cm onder het wateroppervlak, het gaat hier dus om de temperatuur van het oppervlaktewater. Er zijn 33 metingen gebeurd.

Meetpunt	Kl. handelsdok	Herdersbrug	oude zeesluis	nieuwe zeesluis
Koudste T, maart 96	4.3	4.6	4.2	3.8
Warmste T 18/08/97	<b>28.2</b>	26.7	24.5	24.0
Gemiddelde 1996	12.7	12.3	12.1	11.8
Gemiddelde 1997	16.3	15.6	15.7	15.6
Gemiddelde 1998	13.4	13.3	12.6	13.1

Tabel 1 : Temperatuurgegevens van de achterhaven

De temperatuur van het oppervlaktewater schommelt tussen vrij extreme waarden. De laagste temperaturen worden gemeten in de eerste drie maanden van het jaar. Van mei tot en met augustus liggen de temperaturen boven de 20 °C. Steeds is augustus de warmste maand met een hoogste meting op 18/08/97. De richtnorm voor viswater is <25 °C, deze werd in augustus '97 overschreden in het Klein handelsdok en aan de Herdersbrug.

Kijken we naar de gemiddelden, dan zien we dat het oppervlaktewater in de achterhaven in 1997 ongeveer 3.5 graden warmer was dan in 1996 en 2.5 graden warmer dan in 1998. Dit kan voor zuidse immigranten een belangrijke factor zijn voor het al dan niet slagen van een vestiging. Ook zien we dat het kanaal naar Brugge toe iets warmer is dan de zeezijde. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de blootstelling aan de wind, de iets mildere temperaturen in de zomer aan de kust, de waterdiepte op de meetplaats en de menging met water uit de diepte. Ook kan de temperatuur van het lozingswater te Brugge een invloed hebben. Leden van de roeiclub aan de Herdersbrug meldde me dat het kanaal de laatste jaren minder ijsvrij blijft in de winter. Waarschijnlijk heeft het

stopzetten van de thermische verontreiniging door de verbrandingsoven daar mee te maken.

### Saliniteit of zoutgehalte

Volgens Hayward & Ryland (1996) is dit de tweede belangrijkste limiterende factor in het voorkomen van organismen. Een aantal aangetroffen soorten, zoals de mosdiertjes *Conopeum seurati* en *Bowerbankia gracilis*, de bivalven *Cerastoderma glaucum* en *Corbula gibba*, maakten mij nieuwsgierig naar de saliniteit van de achterhaven. Deze nieuwsgierigheid ligt aan de basis van dit artikel.

De metingen waren uitgedrukt in 'chloriniteit' (mg chloride ionen per liter water in mg Cl/l). Om vergelijkingen mogelijk te maken met de 'saliniteit' (gram opgeloste zouten per kg water of promille), vaak opgegeven bij de tolerantie voor wisselende zoutgehaltes in de beschrijving van soorten, heb ik alle meetgegevens hiernaar omgezet. Hiervoor gebruikte ik de formule van Knudsen:  $S = 0.030 + (1.806 \times Cl)$  (vgl. Dumoulin, 1990). De drie hoogste maxima en de drie laagste minima zijn vet gedrukt.

Meetpunt	Kl. handelsdok	Herdersbrug	oude zeesluis	nieuwe zeesluis
Max in 96	26.0	25.5	27.2	<b>31.1</b>
Max in 97	<b>30.3</b>	26.5	27.4	<b>27.9</b>
Max in 98	25.6	23.7	27.4	27.5
Min in 96	<b>12.7</b>	<b>12.8</b>	23.3	25.1
Min in 97	17.2	18.4	23.3	25.9
Min in 98	17.7	<b>14.3</b>	19.4	20.7
Gemiddelde in 96	21.5	21.8	26.0	26.7
Gemiddelde in 97	22.7	23.3	26.0	26.7
Gemiddelde in 98	21.7	21.1	25.1	25.1

Tabel 2 : Saliniteit in de Zeebrugse achterhaven

De saliniteit is duidelijk hoger naarmate we de zee naderen. Het verschil tussen de gemiddelde waarden op de verschillende meetpunten is kleiner dan ik had verwacht. Dit bewijst dat we de achterhaven moeten zien als een 'waterkuip' en niet als een waterloop, waarmee ik bedoel dat er geen duidelijke afvoer is van zoet water naar de

zee, maar dat het geheel een min of meer gesloten waterpartij is. De hoge waarde op 24/11/97 in het Klein handelsdok getuigt daarvan. Naar Brugge toe liggen de minima en maxima wel ver uiteen (12.7 tot 30.3 g/kg). Soorten die daar voorkomen moeten toleranter zijn dan deze nabij de ze sluizen. De saliniteit van oceaanaanwater bedraagt ongeveer 35 g/kg, het water van ondiepe zeeën schommelt tussen de 31 tot 35 g/kg. Aan de zuidelijke stranden van de Noordzee kan deze aan de oppervlakte dalen tot 29 g/kg en aan de bodem tot 23 g/kg, dit ingevolge de invloed van rivierwater tijdens de winter (Hayward & Ryland, 1996).

Het geleidingsvermogen of conductiviteit (in mS/cm) is een maat voor de chlorideconcentratie. Metingen van het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer op 8 juni, 30 augustus en 29 november 1994 (Van Thuyne *et al.*, 1995) leidden tot volgende gemiddelde conductiviteitswaarden (zie fig. 2).

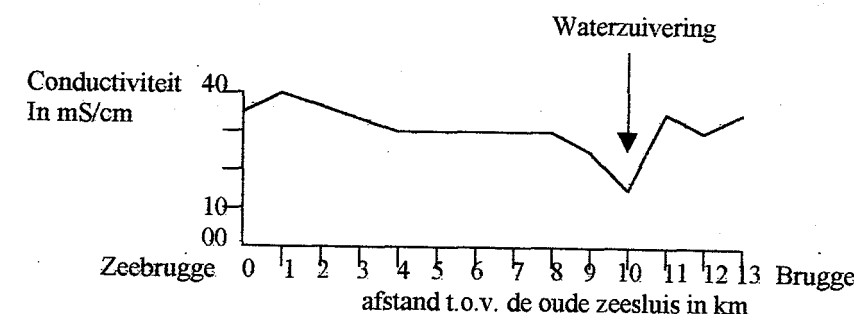


fig. 2. Gemiddelde waarde van de conductiviteit (in mS/cm) over verschillende meetpunten langs het Boudewijnkanaal. (gemiddelde van 3 metingen) (naar Van Thuyne *et al.*, 1995).

Er is een duidelijk minimum (zoetwaterbel) te zien ter hoogte van het waterzuiveringsstation.

In 1990 maakte de Vlaamse milieumaatschappij (VMM) een profiel op van het geleidingsvermogen in het Boudewijnkanaal. Daaruit blijkt dat het zoutgehalte toeneemt van Brugge naar Zeebrugge, en toeneemt met de diepte. Voorts toont het profiel ook de zoetwaterbel aan het wateroppervlak ter hoogte van het waterzuiveringsstation.

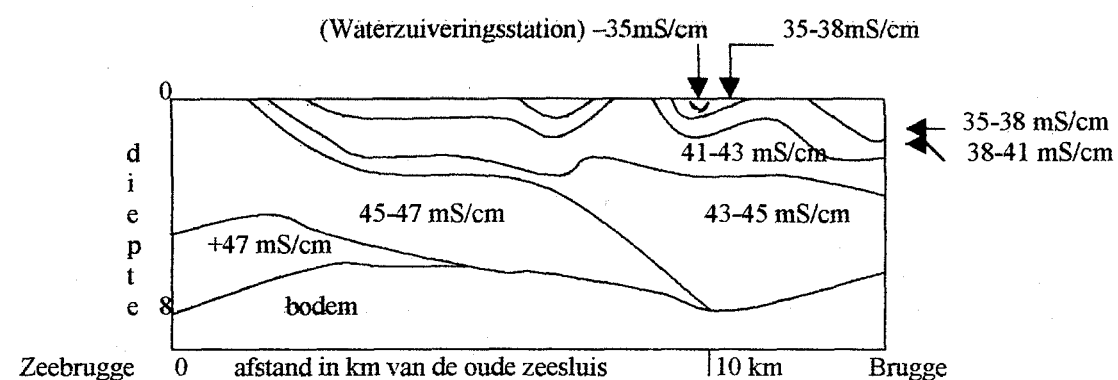


Fig. 3 : Profiel van het geleidingsvermogen in het Boudewijnkanaal (dec 1990, VMM, 1992)

Redeke (1933) maakt een indeling van wateren volgens het chloridegehalte:

Zoetwater	<0.1 g Cl/l
Oligohalien	0.1 – 1.0 g Cl/l
Mesohalien	1.0 – 10 g Cl/l
Polyhalien	10 – 17 g Cl/l
Zeewater	>17 g Cl/l

Toetsen we de waarnemingen van het stadslabo aan deze indeling, dan zien we dat enkel het Boudewijnkanaal soms waarden haalt onder de 10 g Cl/l (mesohalien brakwater). Eenmaal werd aan de nieuwe zeeluis een waarde boven de 17 g Cl/l gemeten (zeewater). Alle andere metingen liggen tussen 10 en 17 g Cl/l waardoor we het kanaal en de achterhaven kunnen bestempelen als polyhalien brakwater.

#### pH of zuurtegraad

Volgens Bloemendaal (1988) is de pH-waarde zeer belangrijk voor waterplanten en voor het verloop van redoxreacties in water: "Zo zal bij lage pH,  $S^{2-}$  reageren tot  $H_2S$ , waarbij  $H^+$  wordt geneutraliseerd. Gasvormig  $H_2S$  dringt door diffusie in de cellen en bereikt snel giftige concentraties." "De hoogste sulfideconcentraties worden gemeten in

sulfaatrijke mariene en brakke milieus." "De gevoeligheid voor  $H_2S$  verschilt, zo is Zeekraal (*Salicornia europaea*) zeer resistent." "Zware metalen zijn voor organismen vrij gemakkelijk beschikbaar als de pH laag is."

De pH-waarden of zuurtegraad in de achterhaven zijn eerder hoog (7 is neutraal, 0 tot 7 is zuur, 7 tot 14 is basisch), dit blijkt uit onderstaande meetgegevens (tabel 3). Soms is de pH sterk verhoogd (pH 9.12 op 18/08/97 te Brugge, op die dag en plaats werd ook de hoogste temperatuur gemeten). De Vlaremnorm voor viswater bedraagt 6.5 – 8.5, deze wordt op alle meetpunten wel eens overschreden. Opvallend is dat de pH stijgt met de temperatuur. De reden hiervoor, zie onder 'Ammonium'.

Meetpunt	Kl. handelsdok	Herdersbrug	oude zeeluis	nieuwe zeeluis
Maximum 1996	8.36	8.35	8.57	8.41
Maximum 1997	9.12	8.90	8.26	8.70
Maximum 1998	8.52	8.37	8.50	8.25
Minimum 1996	7.41	7.28	7.45	7.50
Minimum 1997	7.20	7.30	7.41	7.43
Minimum 1998	7.21	7.34	7.45	7.45
Gemiddelde 1996	7.86	7.92	7.96	7.94
Gemiddelde 1997	7.94	7.86	7.78	7.89
Gemiddelde 1998	7.70	7.71	7.78	7.80

Tabel 3 : Meetgegevens pH-waarden in de achterhaven van Zeebrugge

De gemiddelden liggen allen binnen de norm en er is een lichte daling merkbaar in de tijd.

De normale waarde voor zeewater is 8 met uiterste schommelingen tussen 7.6 en 8.3 (Persoone, 1988.)

#### Ammonium

De basiskwaliteitsnorm van 5 parts per million (ppm) wordt af en toe overschreden, de situatie is dramatischer naar Brugge toe wat betreft aantal overschrijdingen en wat betreft de maat van overschrijding. De kwaliteitsnorm voor viswater van 1 ppm wordt overal en geregeld fel overschreden. Vergelijk ook de gemiddelden voor meetpunt

Herdersbrug met de gemiddelden voor de andere meetpunten (tabel 4). De waarden ter hoogte van de Herdersbrug liggen veel hoger.

Meetpunt	Kl. handelsdok	Herdersbrug	Oude zeesluis	nieuwe zeesluis
Minimum 1996	0.1	0.1	0.1	0.2
Minimum 1997	0.24	<b>1.41</b>	0.1	0.09
Minimum 1998	0.2	0.22	0.17	0.16
Maximum 1996	9.4	8.8	4.3	2.8
Maximum 1997	10.2	8.2	6.5	5.15
Maximum 1998	4.48	8.39	4.32	3.72
Gemiddelde 1996	3.6	4.2	1.8	1.4
Gemiddelde 1997	3.8	4.34	2.78	2.5
Gemiddelde 1998	1.98	3.07	1.21	1.49

Tabel 4 : Meetgegevens van ammonium in de achterhaven van Zeebrugge in ppm N.

Ammonia (opgeloste ammoniak) is in lage concentratie een belangrijke stikstofbron voor waterplanten. In hoge concentraties is het echter giftig. De giftigheid hangt af van de temperatuur, de pH en de gevoeligheid van de plant zelf. De temperatuur heeft een grote invloed op het dissociatie-evenwicht van ammonia. De invloed van een pH-stijging is nog groter.

Bij hoge pH is de reactie :

$\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- + (n-1)\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 (\text{gas}) + n \text{H}_2\text{O}$  verschoven naar rechts. Er is dan veel  $\text{NH}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ .

Bij stijgende pH neemt de hoeveelheid  $\text{NH}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  toe, een deel ontsnapt naar de atmosfeer als  $\text{NH}_3$ .  $\text{NH}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  diffundeert veel gemakkelijker door de celwand, waardoor de concentratie in de cel eerder een giftig niveau bereikt.

Het geheel der metingen beantwoordt aan het scenario van Bloemendaal (1988). In de lente en de zomer stijgt de temperatuur van het oppervlaktewater wat gepaard met algenbloei. Deze algen gebruiken overdag, tijdens de fotosynthese, opgeloste  $\text{CO}_2$  als koolstofbron waardoor de pH stijgt. Veel algen zijn echter in staat om bicarbonaat als koolstofbron te gebruiken. Bicarbonaatgebruik gaat gepaard met OH-afgifte, waardoor de pH nog meer stijgt. Tijdens de nacht verlaagt de pH weer door het vrijkomen van

$\text{CO}_2$  bij de ademhaling. De hoge pH overdag doet  $\text{NH}_4^+$  reageren tot  $\text{NH}_3$ , die deels in de atmosfeer verdwijnt.  $\text{NH}_3$  is bij deze hoge pH erg giftig voor zoetwaterplanten (ook voor wieren?).

In het Boudewijnkanaal is er opvallend weinig ontwikkeling van wieren.

### Zuurstofgehalte

Zuurstof opgelost in water is vooreerst afkomstig van atmosferische zuurstof die aan het oppervlak diffundeert. Het oplossingsvermogen is afhankelijk van temperatuur en zoutgehalte. Bij stijging van één van beiden vermindert de saturatiewaarde. De saturatiegraad in brak- of zeewater is dus lager dan in zoetwater (PERSOONE, 1988). Hier hebben we dus nog een parameter, naast zoutgehalte, sulfaat en geleidbaarheid, die van nature altijd zal afwijken van de normen vooropgesteld voor zoet water. Zuurstof komt ook in het water terecht als bijproduct van fotosynthese. Anderzijds wordt zuurstof aan het water onttrokken door alle aerobe ademhalingsprocessen en chemische oxidaties (zie verder onder BOD en COD).

Hierna een samenvatting van de metingen verricht door het Brugse stadslabo :

Meetpunt	Kl. Handelsdok	Herdersbrug	oude zeesluis	nieuwe zeesluis
Minimum 1996	2.5	1.7	3.2	3.2
Minimum 1997	3.4	2.1	1.8	2.0
Minimum 1998	3.2	3.8	4.9	6.0
Maximum 1996	15.2	16.3	12.3	9.9
Maximum 1997	14.0	14.2	10.4	12.2
Maximum 1998	11.6	11.4	15.6	11.2
Gemiddelde 1996	7.6	7.9	7.6	7.3
Gemiddelde 1997	8.0	7.4	6.1	7.0
Gemiddelde 1998	7.8	8.1	8.4	8.6

Tabel 5 : Meetgegevens van het zuurstofgehalte in mg  $\text{O}_2$ /liter.

Eigenaardig is het feit dat op 18/08/97 (dag van de hoogste gemeten temperatuur) in het Klein handelsdok en nabij de Herdersbrug het jaarmaximum van resp. 14.0 en 14.2 mg  $\text{O}_2$ /l werd gemeten, terwijl op hetzelfde ogenblik aan beide sluizen het jaarminimum werd gemeten van resp. 1.8 en 2.0 mg  $\text{O}_2$ /l. Oorzaak ?

Volgens de basiskwaliteitsnorm moet minstens 5 mg O<sub>2</sub> per liter gemeten worden. Op elk meetpunt wordt echter regelmatig deze norm overschreden. Enkel aan de nieuwe zeesluis werd in 1998 steeds aan de norm voldaan. De strengere norm voor viswater van 7 mg per liter wordt bijgevolg nog minder gehaald. Bij 15°C bevat één liter verzadigd zoetwater ongeveer 7 mg zuurstof. Als we rekening houden met de extreme waarden van temperatuur en saliniteit in de achterhaven (25°C en 30 g Cl/l), dan is er bij verzadiging slechts 3.7 mg zuurstof per liter opgelost. Dit illustreert dat normen voor zoet water niet zomaar van toepassing kunnen zijn voor brakke waters.

De hoogste zuurstofwaarden werden gemeten in het voorjaar en de zomer. Omdat de waterstalen overdag werden genomen hebben we geen idee over de nachtelijke zuurstofconcentraties, deze kunnen sterk afwijken van de gemeten "dagwaarden". Bij eutrofiëring, wat hier het geval is, gaan planktonische algen zich buitensporig ontwikkelen. Overdag zal door fotosynthese het zuurstofgehalte toenemen, wat leidt tot oververzadiging (maximum verzadiging gemeten: 181 % in het Klein handelsdok wederom op 18/08/98). Gezien 's nachts door ademhalingsactiviteit zuurstof wordt verbruikt, ontstaat een zuurstoftekort. Sterke eutrofiëring kan leiden tot een volledige uitputting van het zuurstofgehalte tijdens de nachtfase, met vissterfte tot gevolg (De Pauw, 1993). In het verleden werd geregeld vissterfte vastgesteld in de zomer. Het zuurstofgehalte werd gemeten op stalen die aan de oppervlakte werden genomen. Het zuurstofgehalte neemt sterk af bij toenemende diepte. Dit wordt geïllustreerd in tabel 6 die het resultaat is van metingen op 1 juli 1994 door het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (Van Thuyne *et al.*, 1995). Op de bodem zijn de zuurstofconcentraties zelfs zeer laag. Het zuurstofgehalte (in mg/l) voor 5 staalnamepunten in functie van de diepte ziet er als volgt uit :

Meetpunt / diepte in meter	0	-5	-6	-7	-10	-12.5	-15	-16
Brugge, nijverheidsdok	19.7	2.2		1.6				
Waterzuiveringsstation	20.9	5.1	4.1					
Herdersbrug, zwaaikom	16.3	6.3			2.9	1.7		
Kanaal, bij verbindingsdok	13.9	6.7	5.5					
Zuidelijk insteeddok	9.9	6.7	3.3		3.3		1.6	1.8

Tabel 6 : Zuurstofgehalte in functie van de diepte in de achterhaven van Zeebrugge.

## Nitraat

De basiskwaliteitsnorm voor nitraat bedraagt 10 mg N /l. Omdat deze norm nergens werd overschreden beperk ik me tot het opgeven van de gemiddelden verkregen uit de gegevens van het Brugse stadslabo :

Meetplaats	Klein handelsdok	Herdersbrug	oude zeesluis	nieuwe zeesluis
Gemiddelde 1996	0.80	0.70	0.50	0.43
Gemiddelde 1997	0.45	0.35	0.37	0.48
Gemiddelde 1998	0.40	0.42	0.26	0.30

Tabel 7 : Gemiddelde waarden voor nitraat in de achterhaven van Zeebrugge.

De waarden liggen meer dan 10 x onder de norm en dalen nog steeds in de tijd. In de periode met de grootste vervuiling, namelijk in 1991 bedroeg het nitraatgehalte aan de Herdersbrug nog 2.8 mg N /liter.

## Orthofosfaat

De basiskwaliteitsnorm bedraagt 0.30 mg P/ liter. Op elke meetplaats wordt de norm wel eens overschreden. De gemiddelden tonen een duidelijke verbetering van de fosfaatconcentraties.

Hier volgt een samenvatting van de metingen in mg P /l:

Meetplaats	Kl. Handelsdok	Herdersbrug	oude zeesluis	nieuwe zeesluis
Minimum 1996	0.1	0.1	0.1	0.1
Minimum 1997	0.07	0.04	0.1	0.1
Minimum 1998	0.06	0.11	0.04	0.07
Maximum 1996	0.7	0.7	0.6	0.4
Maximum 1997	0.6	0.39	0.57	0.37
Maximum 1998	0.52	0.46	0.34	0.53
Gemiddelde 1996	0.5	0.4	0.3	0.25
Gemiddelde 1997	0.34	0.27	0.26	0.20
Gemiddelde 1998	0.26	0.26	0.20	0.25

Tabel 8 : Meetgegevens voor orthofosfaat in de achterhaven van Zeebrugge.

De verhouding N /P is in zee tamelijk constant, namelijk 7 /1 (Persoone , 1988). Bekijken we deze verhouding in de achterhaven, dan valt op dat de hoeveelheid fosfaat veel te hoog ligt ten opzichte van de hoeveelheid nitraat.

#### BOD of zuurstofvraag door biologische processen

Een hoge BOD betekent een hoge organische belasting. De norm bedraagt 6 mg zuurstof / liter, deze wordt dikwijls fel overschreden. Er is verbetering merkbaar in de tijd en de situatie is zoals steeds beter naar de zeesluizen toe. Hieronder de gegevens in mg O<sub>2</sub> /l:

Meetpunt	Kl. Handelsdok	Herdersbrug	oude zeesluis	nieuwe zeesluis
Minimum 1996	5	6	1	1
Minimum 1997	2	2	1	0.7
Minimum 1998	1.7	2.9	1.1	1.5
Maximum 1996	31	34+	31+	7
Maximum 1997	27+	30+	17	18.9
Maximum 1998	14.1	17.8	12.4	7.7
Gemiddelde 1996	13	15	7	5
Gemiddelde 1997	9.9	10	5.4	4.8
Gemiddelde 1998	8.3	9.7	6.8	4.6

Tabel 9 : Zuurstofvraag door biologische processen in de achterhaven van Zeebrugge.

Bij organische vervuiling van water zijn er meestal lage zuurstofconcentraties waardoor veel soorten organismen zich niet meer kunnen handhaven. De soortenrijkdom hangt dus ook af van de laagste zuurstofconcentraties uit het nabije verleden. Bij afbraak van organisch materiaal komen ook toxische stoffen vrij zoals ammoniak en zwavelwaterstof, die op hun beurt het voorkomen van organismen beïnvloeden.

#### COD of zuurstofvraag door chemische processen

Sommige chemische stoffen gaan verbindingen aan met zuurstof die aan het water wordt onttrokken. De maat van de zuurstofvraag is tevens een maat voor de chemische belasting van het water. De norm bedraagt 30 mg /l zuurstof. Hieronder de gegevens:

Meetpunt	Kl. Handelsdok	Herdersbrug	oude zeesluis	nieuwe zeesluis
Minimum 1996	67	55	46	39
Minimum 1997	82	21	59	61
Minimum 1998	37	77	62	69
Maximum 1996	146	132	155	103
Maximum 1997	190	155	131	107
Maximum 1998	124	130	147	132
Gemiddelde 1996	97	83	94	75
Gemiddelde 1997	104	87	80	80
Gemiddelde 1998	87	92	92	93

Tabel 10 : Zuurstofvraag door chemische processen in de achterhaven van Zeebrugge.

De norm wordt doorgaans enorm overschreden. Zelfs de minima liggen haast allemaal boven de vooropgestelde norm. Van verbetering is in de tijd niets te merken.

#### Zware metalen

Zware metalen zijn aanwezig in het bodemslib en opgelost in water. In tabel 11 worden de hoogste en laagste gemeten concentraties weergegeven. Gemiddelden worden niet vermeld omdat sporadisch enorm hoge waarden gemeten worden die een vertekend beeld geven van de normale toestand. Zijn deze extreem hoge waarden te wijten aan illegale lozingen, aan defecten bij de rookwassing of waterzuivering of aan een plotse remobilisatie uit het bodemslib? Voor het meetpunt Nieuwe Zeesluis zijn geen metingen voorhanden.

LOOD (norm = 50)	Klein handelsdok		Herdersbrug		Oude zeesluis	
Min - max 1996	2	31	2	36	5	32
Min - max 1997	2	28	3	22	1	20
Min - max 1998	2	23	1	38	5	38

ZINK (norm = 200)	Klein handelsdok		Herdersbrug		Oude zeesluis	
Min - max 1996	52	98	50	68	59	128
Min - max 1997	26	85	25	87	32	140
Min - max 1998	40	08	35	6753	50	372

CHROOM (norm = 50)	Klein handelsdok		Herdersbrug		Oude zeesluis	
Min - max 1996	1	21	1	8	1	6
Min - max 1997	1	5	1	6	1	5
Min - max 1998	1	83	1	50	2	54

Tabel 11 : Zware metalen opgelost in water in microgram per liter.

Voor kwik en cadmium zijn geen metingen voorhanden. Voor beiden voldeden in 1994 wel meer metingen aan de norm dan in 1993 (Van Acker, 1996). De VMM onderzocht in 1989 en 1994 op 5 meetpunten de aanwezigheid van zware metalen in het slib. Uit de metingen blijkt een algemene en duidelijke daling. Ter hoogte van het waterzuiveringsstation is het slib zeer zwaar vervuild (Van Thuyne *et al.*, 1995). Uitloging zal nog jaren zorgen voor een hoog gehalte aan opgeloste zware metalen.

Nitilotriazijnzuur (NTA) is een vervanger van polyfosfaten in wasmiddelen. Men verwacht dat een toenemende belasting van wateren met dit NTA zal leiden tot een aanzienlijke remobilisatie van metalen uit het slib.

Zware metalen zijn echter minder beschikbaar in water met een hoge pH, wat het geval is voor het besproken gebied. De giftigheid van ammoniak en detergents is een veel grotere bedreiging dan deze van zware metalen.

Synthetische detergents maken dat de permeabiliteit van de celmembraan verhoogt waardoor schadelijke stoffen gemakkelijker de cel binnendringen.

Basis Prati-index en besluit

Deze index laat toe een kwaliteitsbeoordeling te maken. Ze is gebaseerd op een beperkt aantal parameters: zuurstof, ammonium en COD.

Indeling van de waterkwaliteit op basis van de Prati-index :

- 0 - 1 : uitstekend
- 1 - 2 : aanvaardbaar
- 2 - 4 : licht verontreinigd
- 4 - 8 : verontreinigd
- + 8 : zwaar verontreinigd

Meetpunt	Kl. handelsdok	Herdersbrug	oude zeesluis	nieuwe zeesluis
Minimum 1996	5.6	4.3	3.7	4.2
Minimum 1997	4.2	6.4	3.5	3.2
Minimum 1998	2.7	4.3	2.9	4.2
Maximum 1996	10.3	11.7	8.8	6.8
Maximum 1997	11.7	11.1	9.2	8.2
Maximum 1998	9.6	11.0	8.7	8.3
Gemiddelde 1996	7.9	7.4	5.9	5.3
Gemiddelde 1997	7.8	8.1	6.6	-
Gemiddelde 1998	-	6.6	-	-

Tabel 11 : Prati-index voor de achterhaven van Zeebrugge

Een hoge index wordt bereikt bij lage zuurstofconcentratie en veel ammonia en omgekeerd.

Fluctuaties houden geen verband met het jaargetijde. We kunnen besluiten dat de Achterhaven verontreinigd is (Prati-index tussen 4 en 8) en soms zwaar verontreinigd (Prati-index hoger dan 8). De situatie is het ergst in het Boudewijnkanaal en is gunstiger naar zee toe. Bij diverse parameters (nitraat, orthofosfaat en BOD) is verbetering merkbaar in de tijd.



De Achterhaven voldoet niet aan de basiskwaliteitsnormen van VLAREM. De afwijkende parameters zijn BOD, COD en orthofosfaat. De normen voor viswater voldoen eveneens niet, zijnde zuurstofconcentratie, ammonia en BOD.

Normen die nooit kunnen gehaald worden wegens het brakke karakter zijn zoutgehalte, geleidbaarheid, sulfaat en in zekere zin ook zuurstofconcentratie. Voor deze parameters is voor brakke wateren een aanpassing van de normen vereist.

### **Dankwoord**

*Hierbij wil ik het labo van de milieudienst van Brugge bedanken voor het ter beschikking stellen van haar meetresultaten.*

### **Summary**

The inner port of Zeebrugge is a genuine brackish- water-basin. The inlet of seawater and the drainage of fresh water by the purification plant for household effluents are determining for the character of the harbour water. Temperature at the surface fluctuates between 0 and 28.2 °C. The salinity near Bruges fluctuates between 12.7 and 30.3 g Cl / kg and near the sealocks at Zeebrugge between 25.1 and 31.1 g Cl / kg. Pollution is problematic in the Boudewijnkanaal. The situation is however much better in the docks near the sealocks, the latter is reflected in the abundance of species. Several parameters are compared with the national qualitystandards for surface water and fishing water. During the period 1996, 1997 and 1998, a small yearly improvement is noticeable.

### **Literatuur**

- Bloemendaal, F.H.J.L., 1988. Waterplanten en waterkwaliteit. Utrecht: K.N.N.V., nr. 45: 1-198.
- De Pauw, N. *et al.*, 1993, Macro-invertebraten en waterkwaliteit. Antwerpen: Stichting Leefmilieu. 316 p.
- Dumoulin, E., 1990. De brakwatermollusken van België: Autecologie en verspreiding. De Strandvlo, 10 (2): 26-29.
- Hayward, P.J. & Ryland J.S. 1996. Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe. Oxford: Oxford University Press, 800 p.
- Persoone, G., 1988. Inleiding tot de mariene biologie. Rijksuniversiteit Gent.
- Redeke, H.C., 1933. Über den jetzigen Stand unserer Kenntnisse der Flora und Fauna der Brackwassers. Verh. int. Ver. Limnol., 6:46-61.

- Van Acker, P., 1996. De toestand van het leefmilieu te Brugge – Zeebrugge (evolutie 1980-1995, stand van zaken 1995-1996) en bijlagen. Brugge: Dienst Leefmilieu, 116 p.
- Van Thuyne, G., & C. Belpaire, M. Guns, B. Denayer, 1995. Monitoring van de vispopulaties en visvleeskwaliteit op het Boudewijnkanaal. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer. 87 p. + Bijlage

**Watergang 6  
8380 Dudzele**